


Transparent, heat-reflecting coating for electrical radiation

Patent number: DE19508042
Publication date: 1995-10-26
Inventor: TSUNO TOSHIO (JP); KUNISADA TERUFUSA (JP)
Applicant: NIPPON SHEET GLASS CO LTD (JP)
Classification:
 - international: C03C17/06; B60J1/00; H01P5/00; H01Q15/00
 - european: C03C17/06; H01Q15/00C
Application number: DE19951008042 19950307
Priority number(s): JP19940035769 19940307

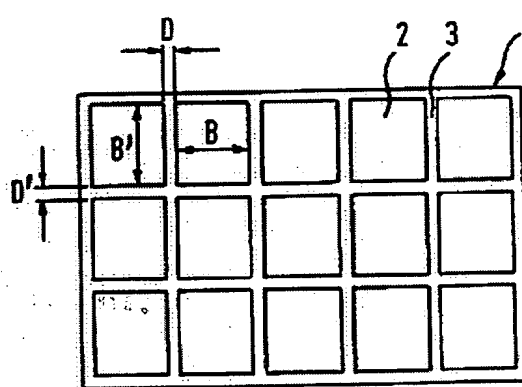
Also published as:

 JP7242441 (/

Report a data error he

Abstract of DE19508042

Transparent, heat-reflecting coating for electrical radiation comprises an insulating transparent substrate (4), on which a conducting layer is applied, which is divided into a number of strip sections, each section taking the form of a similar section. The following conditions apply for the coating: $0.04 \lambda \leq D \leq 20\lambda$; $RD \leq 1131 (B+D)$; $B \leq 0.05 \lambda$. A = thickness of the conducting layer (in cm.), which is smaller than one-tenth of the wavelength of an electrical radiation; D = width of a region having high resistance (in cm.); RD = electrical resistance between two strip sections of the conducting layer. Two longitudinal sections of the conducting layer are used as oppositely lying electrodes of 1 cm. length. Prodn. of the coating is also claimed.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)



⑪ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 08 042 A 1**

⑤① Int. Cl.⁸:
C 03 C 17/06
B 60 J 1/00
H 01 P 5/00
H 01 Q 15/00

⑳ Aktenzeichen: 195 08 042.4
㉔ Anmeldetag: 7. 3. 95
㉕ Offenlegungstag: 26. 10. 95

DE 195 08 042 A 1

③① Unionspriorität: ②② ③③ ③①
07.03.94 JP 6-035769

⑦① Anmelder:
Nippon Sheet Glass Co., Ltd., Osaka, JP

⑦④ Vertreter:
Hoffmann, Eitle & Partner Patent- und
Rechtsanwälte, 81925 München

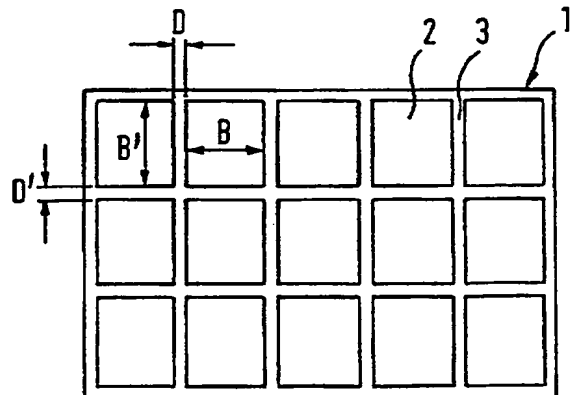
⑦② Erfinder:
Tsuno, Toshio, Osaka, JP; Kunisada, Terufusa,
Osaka, JP

⑤④ Für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung und zugeordneter Herstellungsprozeß

⑤⑦ Für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung, mit einem isolierenden durchlässigen Substrat (4), auf das eine leitende Schicht (2) aufgebracht ist, die in eine Vielzahl von Streifenabschnitten unterteilt ist, wobei jeder Streifenabschnitt die Form eines ähnlichen Streifens aufweist und wobei die für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,04 \geq D \geq 20A$$
$$R_D \geq 1131 (B + D)$$
$$B \geq 0,05$$

und wobei A die Dicke der leitenden Schicht (2) in Zentimeter darstellt; B die Breite des Streifenabschnitts der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt, die kleiner ist als ein Zehntel der Wellenlänge einer elektrischen Strahlung, die auf der für elektrische Strahlung durchlässigen wärmereflektierenden Beschichtung auftrifft; (D) die Breite eines Bereichs mit hohem Widerstand in Zentimeter darstellt, die durch die Streifenabschnitte der leitenden Schicht abgetrennt ist, und (R_D) den elektrischen Widerstand darstellt, der zwischen zwei Streifenabschnitten der leitenden Schicht, die den Bereich mit hohem Widerstand umfassen, besteht und der dadurch gemessen wird, daß zwei Längsabschnitte der leitenden Schicht mit jeweils einer Länge von 1 cm als einander gegenüberliegende Elektroden benutzt werden.



DE 195 08 042 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 043/656

22/33

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Glasschicht, die als Fensterglas in einem Fahrzeug benutzt wird, wobei ein in ein Auto eingebautes wärmereflektierendes Glas für elektrische Strahlung durchlässig ist, damit ein tragbares Telefon benutzt werden kann.

Zum Erzielen einer hohen wärmereflektierenden Eigenschaft bei Automobil-Fensterglas, insbesondere bei Windschutzscheiben-Fensterglas, bei dem ein hoher Übertragungsgrad für sichtbares Licht erforderlich ist, wurden bisher Schichtstoff-Strukturen benutzt, wie Glas/ZnO/Ag/ZnO, Glas/ITO/Ag/ITO und Glas/TiO₂/Al/TiO₂ mit dünnen Metallschichten, wie Silber, die einen niedrigen elektrischen Widerstand aufweisen. Die als sehr dünne Schichten (Dicke ≤ 10 nm) gebildeten Schichtstoff-Strukturen weisen einen Übertragungsfaktor für sichtbares Licht von 70% und mehr auf und reflektieren infrarote Strahlung in wirksamer Weise, da die Metallschichten einen niedrigen Widerstand aufweisen, so daß eine hohe Wärmeisolationseigenschaft entsteht.

Jedoch führt ein niedriger elektrischer Widerstand der Metallschichten auch zu einer starken Reflexionscharakteristik für elektrische Strahlung, und Geräte, die elektrische Strahlung benützen, wie ein Fernsehgerät, ein bewegliches Telefon, eine Fernbedienung und dergleichen funktionieren nicht im ausreichenden Umfang. Aus diesem Grund können Schichten mit hohem elektrischen Widerstand oder Glas mit hoher Wärmeabsorption benützt werden, um auf Kosten der Wärmeisolationseigenschaft eine Übertragung der elektrischen Strahlung zu gewährleisten.

Für die Herstellung von Scheibenglas ist der Stand der Technik beispielsweise in JP-A-3-250797, JP-A-5-42523 und JP-A-5-50548 offenbart, wobei eine leitende Schicht in Teilabschnitte mit einer Größe aufgeteilt ist, die im Hinblick auf die Wellenlänge der auftretenden elektrischen Strahlung so gewählt wird, daß ein Problem aufgrund der Reflexion elektrischer Strahlung nicht auftritt, so daß die Übertragungsfähigkeit für elektrische Strahlung unter Gewährleistung sowohl einer hohen Wärmereflexionsfähigkeit und einer geringen Reflexionsfähigkeit für elektrische Strahlung erhöht wird (die hier benutzte Bezeichnung "JP-A" bezeichnet eine ungeprüfte veröffentlichte japanische Patentanmeldung).

Zum Erzeugen einer hohen Wärmereflexionsfähigkeit und Übertragungsfähigkeit für elektrische Strahlung bei Automobilglas, insbesondere Windschutzscheibenglas, wird davon ausgegangen, daß die Aufteilung einer leitenden Schicht in Teilungsabschnitte mit einer verglichen mit der Wellenlänge der auftretenden elektrischen Strahlung ausreichend kleinen Größe wirksam ist. Da sich jedoch die Windschutzscheibe in unmittelbarer Nähe zu dem Fahrer im Fahrersitz befindet, muß die Linienbreite eines Teilungsabschnitts mit hohem Widerstand herabgesetzt werden, damit sie der Fahrer nicht erkennt oder das optische Erscheinungsbild des Fahrzeuges nicht beeinträchtigt wird.

Es hat sich gezeigt, daß sich die Übertragungsfähigkeit für elektrische Strahlung verschlechtert, wenn die Linienbreite eines Teilungsabschnittes mit hohem Widerstand aus diesem Grund herabgesetzt wird. Die folgenden schwierigen Probleme wurden festgestellt: Glas zeigt eine gute Übertragungsfähigkeit für elektrische Strahlung, wenn die Linienbreite des Bereichs mit hohem Widerstand 1 mm oder mehr beträgt oder der Bereich mit hohem Widerstand einen Oberflächenwiderstand von 20 k Ω /Abschnitt (20 k Ω /Square) aufweist. Ist die Linienbreite des Bereichs mit hohem Widerstand niedriger als 1 mm, so nimmt der Übertragungsfaktor für elektrische Strahlung ab, und wird sie niedriger als 0,1 mm, so wird die durch das Fenster hindurchtretende elektrische Strahlung auf 1/3 oder weniger gedämpft. Die Linienbreite des Teilungsabschnitts muß erheblich kleiner als 1 mm gewählt werden, um eine Beeinträchtigung der Durchsicht bei wärmereflektierendem Glas von innen nach außen oder des Erscheinungsbilds des Scheibenglases zu vermeiden, insbesondere die Durchsicht für einen Fahrzeugführer oder das Erscheinungsbild des Fahrzeuges.

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, ein wärmereflektierendes Glas zu schaffen, das eine hohe Übertragungsfähigkeit für elektrische Strahlung aufweist, ohne daß die Durchsicht oder das Erscheinungsbild eines Fahrzeuges beeinträchtigt werden, sowie ein zugeordnetes Herstellungsverfahren.

In einer ersten Ausführungsform bezieht sich die vorliegende Erfindung auf eine für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung, enthaltend:

ein isolierendes durchlässiges Substrat, auf das eine leitende Schicht aufgebracht ist, die in eine Vielzahl von Streifenabschnitten unterteilt ist, wobei jeder Streifenabschnitt die Form eines ähnlichen Streifens aufweist und wobei die für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,04 \geq D \geq 20A$$

$$R_D \geq 1131(B + D)$$

$$B \geq 0,05$$

und wobei A die Dicke der leitenden Schicht in Zentimeter darstellt; B die Breite des Streifenabschnitts der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt, die kleiner ist als ein Zehntel der Wellenlänge einer elektrischen Strahlung, die auf der für elektrische Strahlung durchlässigen wärmereflektierenden Beschichtung auftritt; D die Breite eines Bereichs mit hohem Widerstand in Zentimeter darstellt, die durch die Streifenabschnitte der leitenden Schicht abgetrennt ist, und R_D den elektrischen Widerstand darstellt, der zwischen zwei Streifenabschnitten der leitenden Schicht, die den Bereich mit hohem Widerstand umfassen, besteht und der dadurch gemessen wird, daß zwei Längsabschnitte der leitenden Schicht mit jeweils einer Länge von 1 cm als einander gegenüberliegende Elektroden benützt werden.

Weist der Teilungsabschnitt eine niedrige Breite auf, ist es außerordentlich schwierig, den elektrischen Widerstand des Teilungsabschnitts beliebig anzuheben. Den Erfindern ist es gelungen, eine Vorgehensweise zur Gewährleistung einer elektrischen Übertragungsfähigkeit bei einer unterteilten transparenten leitenden Schicht, die bisher nur unzureichend bekannt war, durch Anwendung einer elektromagnetischen Theorie zu verbessern und aufbauend auf den sich hierbei ergebenden Ergebnissen die Anforderungen zu verdeutlichen, die bei der

Unterteilung einer transparenten leitenden Schicht, wie sie bei einer wärmereflektierenden Beschichtung, die elektrische Strahlung überträgt, bestehen.

Im einzelnen betrachteten die Erfinder die Tatsache, daß der wesentliche Grund, weshalb eine Übertragungsfähigkeit für elektrische Strahlung bei Unterteilung einer leitenden Schicht besteht, darin zu sehen ist, daß ein durch ein elektrisches Feld oder eine elektrische Strahlung erzeugter Strom durch den Teilungsabschnitt blockiert und angesammelt wird, so daß der induzierte Strom durch ein von den Ladungen erzeugtes elektrisches Gegenfeld unterdrückt wird. Ist der Widerstand des Teilungsabschnitts endlich, so fließt die angehäuften Ladung über einen Leckstrom ab, so daß ein extra Strom fließt; im Ergebnis erhöht sich die Reflexion.

Ausgehend von dieser Idee wurde, wie in Fig. 3 gezeigt ist, ein Modell der unterteilten leitfähigen Schicht hergestellt aus extrem flachen elliptischen Zylindern, die sich in einer zu der Richtung des elektrischen Feldes der elektrischen Strahlung rechtwinkligen Richtung erstrecken, wobei jeder Teilungsabschnitt ein Film mit hohem Oberflächenwiderstand ist, der die elliptischen Zylinder verbindet, und die reflektierte Amplitude und die übertragene Amplitude der elektromagnetischen Welle bei dem Modell wurden mit Hilfe der Maxwell-Gleichungen der elektrischen Felder berechnet. Im Ergebnis wurde festgestellt, daß die elektrische Strahlung durch die unterteilten Schichten fast 100% hindurchtritt, wenn die folgenden Bedingungen (1), (2), (3) und (4) erfüllt sind:

- (1) $A \ll D$
- (2) $R_{MS}/Z \ll 2\pi\lambda/B$
- (3) $B \ll \lambda$
- (4) $R_D = DR_{DS} \gg \{(B + D)/2\}Z_0$

wobei gilt:

A: Schichtdicke der durchlässigen leitenden Schicht

B: Breite jedes Teils der unterteilten durchlässigen leitenden Schicht

D: Breite des Bereichs mit hohem Widerstand

λ : Wellenlänge der elektrischen Strahlung

R_{DS} : Oberflächenwiderstand der durchlässigen leitfähigen Schicht

R_D : Widerstand entlang des Bereichs mit hohem Widerstand (pro Einheitslänge in Streifenrichtung)

R_{DS} : Oberflächenwiderstand des Abschnitts mit hohem Widerstand

Z_0 : 377 (konstant).

Die in den oben angegebenen Bedingungen angegebenen Beziehungen werden wie folgt hergeleitet:

$$E_r = \frac{i(\omega/c) - (\omega^2/c^2)A\Sigma_i}{2i(\omega/c) + (\omega^2/c^2)A\Sigma_i} E_i \quad (1)$$

$$E_r = \frac{2i(\omega/c)}{2i(\omega/c) + (\omega^2/c^2)A\Sigma_i} E_i \quad (2)$$

wobei

$$\Sigma_i = 1 + \frac{\pi B}{4(B + D)} + \frac{i4\pi\sigma_0}{\omega + i(A/B)4\pi\sigma_0} + \frac{i4\pi}{A\omega DR_{DS}} + \frac{D + (B + D)(A/B)i4\pi\sigma_0/\omega}{1 + (A/B)i4\pi\sigma_0/\omega} \quad (3)$$

E_i : komplexe Amplitude der auftretenden elektrischen Strahlung

E_r : komplexe Amplitude der reflektierten Strahlung

E_t : komplexe Amplitude der übertragenen Strahlung

ω : Kreisfrequenz der elektrischen Strahlung

c : Lichtstrom

$\sigma_0 = (AR_{MS} 10^9/c^2)^{-1}$.

Elektrische Leitfähigkeit der leitenden Schicht im CGS-Einheitensystem.

Werden die Beziehungen (1) und (2) benutzt, so lassen sich die Auswirkungen von zahlreichen Parametern, die die unterteilte leitende Schicht entsprechend der Erfindung festlegen, auf die Reflexions- und Übertragungseigenschaften von elektrischer Strahlung eigens bestimmen. Die Fig. 2(a) und (b) zeigen den Einfluß des Wider-

stands des Teilungsabschnitts. Aus Fig. 2(a) läßt sich erkennen, daß dann, wenn der Widerstand R_D einen großen Wert von 50 k Ω cm (Wert von ungefähr $\log R_D = 4,7$) aufweist — betrachtet in Richtung der Breite des Teilungsabschnitts über eine Länge von ungefähr 1 cm des Teilungsabschnitts mit hohem Widerstand zum Unterteilen der Metallschicht mit einem Oberflächenwiderstand von 5 Ω /Abschnitt (5 Ω /Square) — eine hervorragende Übertragung der elektrischen Strahlung erzielt werden kann, indem die Breite B jedes Abschnitts der unterteilten transparenten leitenden Schicht auf 1/10 der Wellenlänge der auftretenden elektrischen Strahlung oder weniger eingestellt wird. Tritt andererseits eine elektrische Strahlung mit 1 GHz ($\lambda = 30$ cm) auf der unterteilten Metallschicht mit einem Oberflächenwiderstand von 5 Ω /Abschnitt (5 Ω /Square) auf, wobei B = 3 cm und die Breite des Abschnitts mit hohem Widerstand D = 0,05 cm ist, und wobei der Widerstand betrachtet wird über eine Länge von 1 cm in Richtung der Breite des Bereichs mit hohem Widerstand und wobei R_D ungefähr 3000 Ω cm oder mehr beträgt (ungefähr dreimal $((B + D) \times 377) = 1131 (B + D)$), so tritt die elektrische Strahlung mit 70% oder mehr hindurch (– 1,5 dB), und beträgt der Widerstand R_D vorzugsweise 10 k Ω cm oder mehr (ungefähr zehnmal $(B + D) \times 377$), so tritt die elektrische Strahlung mit 80% oder mehr hindurch (– 1 dB). Da die Breite des Abschnitts mit hohem Widerstand 0,05 cm beträgt, läßt sich eine Übertragung der elektrischen Strahlung dadurch gewährleisten, daß der Oberflächenwiderstand des Abschnitts mit hohem Widerstand R_D zu 60 k Ω /Abschnitt (60 k Ω /Square) oder mehr gewählt wird, vorzugsweise 200 k Ω /Abschnitt (Square) oder mehr.

Beim Herleiten der Beziehungen (1) und (2) wird die Coulomb'sche Wechselwirkung von Ladungen vernachlässigt, die in dem benachbarten Ende zwischen Abschnitten der unterteilten Metallschicht auftritt. Wird jedoch die Teilungsbreite D beliebig klein, so läßt sich die Wechselwirkung nicht vernachlässigen, und schließlich tritt der Teilungseffekt nicht mehr auf. Die Coulomb'sche Wechselwirkung läßt sich dann vernachlässigen, wenn die Ladung in dem einen Ende von benachbarten Abschnitten der unterteilten Metallschicht verglichen mit dem elektrischen Feld, das an dem Ende des anderen Teils der unterteilten Metallschicht erzeugt wird, hinreichend klein ist. Die Bedingung ist insbesondere wie folgt festgelegt:

$A \ll 2D$.

Um demnach den Teilungseffekt zu erzielen und um eine Übertragung der elektrischen Strahlung zu gewährleisten, sollte zumindest die Breite D des Teilungsabschnitts mindestens zehnmal so groß wie die Metallschichtdicke A gewählt werden. Da die Metallschichtdicke A so gewählt wird, daß sichtbares Licht hindurchtreten kann und eine wärmerreflektierende Funktion gewährleistet ist, also normalerweise im Bereich von 10 bis 100 nm, muß die Breite D des Teilungsabschnitts zu mehr als 0,1 bis 1 μ m gewählt werden.

Elektromagnetische Wellen mit einer kürzeren Wellenlänge werden dadurch übertragen, daß die Breite B jedes Abschnitts der unterteilten Metallschicht herabgesetzt wird. Demnach wird die untere Grenze der Größe des Teilungsabschnitts dadurch festgelegt, daß die Reflexionseigenschaften für infrarote Strahlung aufrechterhalten werden müssen (Wärmerexionsseigenschaft).

Nimmt man an, daß die Wellenlänge einer auftretenden elektrischen Welle λ beträgt, so ergibt sich aus den Beziehungen (1) und (2) dann, wenn die Bedingung:

$$B \gg 2\pi\lambda Z_0/R_{MS} \quad (5)$$

erfüllt ist, daß die elektromagnetische Welle fast reflektiert wird. Jedoch beträgt die Wellenlänge der Wärmestrahlung von Sonnenlicht ungefähr 1 m, so daß die Voraussetzung für die Herleitung der Beziehungen (1) und (2) bei der elektromagnetischen Welle dieser Wellenlänge nicht erfüllt sind, so daß dieser Punkt nicht untersucht werden muß.

Nimmt man an, daß der Einfallswinkel und die Wellenlänge der bei dem Ziel eintreffenden Wärmestrahlung jeweils α und λ sind, so wird die räumliche Richtung des elektrischen Feldes, das auf der leitenden Schicht durch die elektromagnetische Welle erzeugt wird, innerhalb einer Periode von zwei $\lambda/\sin \alpha$ umgekehrt. Ist demnach die Abschnittsgröße der leitenden Schicht größer als diese Periode, so werden die Aufladeffekte an den entgegengesetzten Enden positiv und negativ kompensiert, wodurch der auf ein elektrisches Gegenfeld zurückzuführende Effekt vermindert wird. Ist demnach die Abschnittsgröße in einem ausreichenden Maße größer als die Wellenlänge, so tritt der Trenneffekt nicht auf, wenn eine elektromagnetische Welle mit einem geringen Winkel schief einfällt.

Nimmt man an, daß Sonnenlicht vertikal zu einer elektromagnetischen Welle einer Wellenlänge von 1 μ m vorliegt, so verändert sich der Einfallswinkel des Sonnenlichtes ungefähr 5 Minuten später und Wärmestrahlung wird reflektiert, wobei α ungefähr 1° wird. Demnach wird $\lambda/\sin \alpha$ zu 50 μ m. Demnach kann die Abschnittsbreite B 50 μ m oder mehr sein, vorzugsweise 500 μ m oder mehr.

Die in einer Richtung streifenartig unterteilte leitende Schicht bewirkt eine hohe Reflexion elektrischer Strahlung bei Anteilen, bei denen die Richtung des elektrischen Feldes der einfallenden elektrischen Strahlung parallel zur Längsrichtung der Streifen verläuft, wenn die leitende Schicht nicht unterteilt ist. Um bei elektrischer Strahlung mit elektrischen Feldern in jeder Richtung eine hohe elektrische Strahlungsübertragung zu gewährleisten, kann die leitende Schicht wie ein Gittermuster unterteilt sein, insbesondere durch in zwei Richtungen rechtwinklig zueinander verlaufende Streifen. Bei dem Muster, das sich bei Unterteilung mit in zwei Richtungen rechtwinklig verlaufenden Streifen ergibt, muß diejenigen Bedingungen erfüllen, die bei Unterteilung mit Streifen in einer Richtung gelten.

Demnach besteht eine bevorzugte Ausführungsform gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung in einer wärmerreflektierenden Beschichtung, die für elektrische Strahlung durchlässig ist, wobei die Streifenabschnitte der leitenden Schicht ferner in einer seitlichen Richtung in eine Vielzahl von Gitterabschnitten unterteilt sind, die jeweils die Form einer Insel aufweisen, wobei die für elektrische Strahlung durchlässige und wärmerreflektierende Beschichtung die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,04 \geq D' \geq 20A$$

$$R_D \geq 1131 (B' + D')$$

$$B' \geq 0,05$$

und wobei A die Dicke der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt; BT die Länge des Gitterabschnitts der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt, die kleiner ist als ein Zehntel der Wellenlänge der elektrischen Strahlung, die bei der für elektrische Strahlung durchlässigen und wärmereflektierenden Beschichtung auftritt; D' die Länge eines Bereichs mit hohem Widerstand in Zentimetern darstellt, wobei der Bereich durch die Gitterabschnitte der leitenden Schicht abgetrennt wird; und (R_D') den elektrischen Widerstand zwischen zwei Gitterabschnitten der leitenden Schicht darstellt, wobei die Gitterabschnitte den Bereich mit hohem Widerstand umfassen und der Widerstand dadurch gemessen wird, daß zwei benachbarte Abschnitte der leitenden Schicht jeweils über eine Länge von 1 cm als einander gegenüberliegende Elektroden benützt werden.

Damit eine leitende Schicht eine exzellente Wärmereflexions-Eigenschaft aufweist, sollte der Oberflächenwiderstand der leitenden Schicht soweit wie möglich verringert werden. Damit der Oberflächenwiderstand verringert werden kann, muß die Schichtdicke im umgekehrten Verhältnis zur elektrischen Leitfähigkeit der Schicht erhöht werden. Um sowohl die Durchlässigkeit für sichtbares Licht als auch die Wärmereflexionseigenschaft zu gewährleisten, wird der Oberflächenwiderstand vorzugsweise in einem Bereich von 3 Ω/Abschnitt (3 Ω/square) bis 200 Ω/Abschnitt (200 Ω/square) gewählt. Je niedriger die elektrische Leitfähigkeit der leitenden Schicht ist, desto niedriger wird der Widerstand selbst bei einer dünnen Schicht. Demnach wird zum Erzeugen einer wärmereflektierenden Schicht mit einem hohen Übertragungsfaktor für sichtbare Strahlung vorzugsweise ein leitendes Schichtmaterial eingesetzt, dessen elektrische Leitfähigkeit so niedrig (hoch) wie möglich ist. Insbesondere ist bei dem Einsatz der wärmereflektierenden Beschichtung mit Übertragung von elektrischer Strahlung entsprechend der Erfindung bei einer Fahrzeugwindschutzscheibe darauf zu achten, daß die Sicht des Fahrers oder das Erscheinungsbild des Fahrzeugs nicht beeinträchtigt wird. Demnach wird für die leitende Schicht vorzugsweise ein Material eingesetzt, dessen elektrische Leitfähigkeit so groß wie möglich ist, so daß bei Anheben des Übertragungsfaktors für sichtbares Licht eine ausreichende Wärmereflexionscharakteristik gewährleistet ist; vorzugsweise besteht sie aus einem der Elemente Ag, A, Cu und Al oder einer im wesentlichen aus Ag, Au, Cu und Al bestehenden Legierung, insbesondere vorzugsweise Ag. Um die Wetterbeständigkeit der Materialien zu gewährleisten, muß eine durchlässige dielektrische Schicht über eine andere dünne Metallschicht oder direkt auf beiden Seiten der leitenden Schicht als Schutzschicht aufgebracht werden.

Wird eine im wesentlichen aus Ag, Au, Cu und Al bestehende Legierung eingesetzt, so verringert sich die elektrische Leitfähigkeit im Vergleich zu derjenigen bei Gebrauch eines Metalls, wobei sich jedoch die Beständigkeit der Schicht selbst verbessert.

Um die Sichtbarkeit der Teilungsabschnitte so gering wie möglich zu halten, ist es wünschenswert, die Linienbreite D der Teilungsabschnitte so gering wie möglich zu halten.

Wird das oben erwähnte Metallmaterial als leitende Schicht eingesetzt, so verringern sich die Unterschiede zwischen dem leitenden Schichtabschnitt und dem Teilungsabschnitt mit hohem Widerstand (im Hinblick auf den Übertragungsfaktor für sichtbare Strahlung und den Reflexionsfaktor für sichtbare Strahlung); dies ist im Hinblick auf die Sichtmöglichkeit des Fahrers und das Erscheinungsbild vorzuziehen. Entsprechend der Erfindung wird die Linienbreite D des Teilungsabschnitts zu 400 µm oder weniger gewählt, vorzugsweise 300 µm oder weniger; dies ist auch im Hinblick auf das Erscheinungsbild vorzuziehen. Die Beschichtung wird durch eine Harzschicht mit einem anderen Glas verbunden, wodurch weiterhin der Reflexionsfaktor-Unterschied zwischen dem leitenden Schichtabschnitt und dem Teilungsabschnitt mit hohem Widerstand herabgesetzt wird, so daß sich die Auswirkungen auf die Sichtmöglichkeit des Fahrers und das Erscheinungsbild weiter vermindern lassen. Die Befestigung der Beschichtung durch einen Harzfilm an einem unterschiedlichen Glas hat auch die Auswirkung, daß sich eine Verschlechterung der leitenden Schicht an den Teilungsabschnitt vermeiden läßt.

Um ein tragbares Telefon oder ein Navigationssystem, bei dem von einem Satelliten ausgesandte elektrische Strahlung eingesetzt wird, in einem Auto zu benützen, wird vorzugsweise elektrische Strahlung von bis zu 2 GHz übertragen, und demnach wird die Abschnittsbreite B zu 3 cm oder weniger gewählt, vorzugsweise 1 cm oder weniger.

Wird bei der Erfindung die Größe jedes Abschnitts der leitenden Schicht entsprechend einem Gitter oder Streifenmuster gewählt, so liegt B in dem Bereich von 3 cm oder weniger und 50 µm oder mehr, wobei elektrische Strahlung von bis zu 2 GHz hindurchtritt; obgleich eine Unterteilung erfolgt, tritt bei Wärmestrahlung in der Nähe des infraroten Bereichs, wie er im Sonnenlicht enthalten ist, der Effekt der Bildung eines entgegengesetzten elektrischen Feldes in den Teilungsabschnitt nicht auf, wodurch eine hohe Wärmereflexionsfähigkeit beibehalten wird.

Entsprechend einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung enthält eine für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung ein isolierendes durchlässiges Substrat eine erste durchlässige dielektrische Schicht, mit der das Substrat beschichtet ist, eine in eine Vielzahl von Abschnitten unterteilte leitende Schicht mit einem Streifenmuster oder einem Gittermuster, mit der die erste durchlässige dielektrische Schicht beschichtet ist, und eine zweite durchlässige dielektrische Schicht, die zumindest auf der unterteilten leitenden Schicht aufgebracht ist, wobei die für elektrische Strahlung durchlässige wärmereflektierende Beschichtung die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,04 \geq D \geq 20A$$

$$R_{DS} \geq 2 \times 10^5$$

$$200 \geq R_{MS} \geq 3$$

$$3 \geq B \geq 0,05$$

und wobei A die Dicke der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt; B die Breite des Streifen- oder Gitterab-

schnitts der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt, die kleiner ist als ein Zehntel der Wellenlänge einer elektrischen Strahlung ist, die an der für elektrische Strahlung durchlässigen wärmereflektierenden Beschichtung auftritt; D die Breite eines Bereichs mit hohem Widerstand in Zentimetern darstellt, wobei der Bereich von den Streifen- oder Gitterabschnitten der leitenden Schicht geteilt wird; (R_{MS}) den Oberflächenwiderstand der leitenden Schicht in (Ω /Abschnitt (ohm per square) darstellt; und (R_{BS}) den Oberflächenwiderstand der ersten und zweiten dielektrischen Schicht in (Ω /Abschnitt (ohm per square) darstellt.

Die dielektrische Schicht kann nicht notwendigerweise und vollständig entfernt werden. Insbesondere ist es schwierig, die dielektrische Schicht zu entfernen, die unter der leitenden Schicht gebildet ist (Seite des isolierenden Substrats). Um die Übertragung der elektrischen Strahlung aufrechtzuerhalten, wenn die Breite des Streifens des Teilungsabschnitts mit hohem Widerstand 0,05 cm ist, wird also der Oberflächenwiderstand der dielektrischen Schicht erhöht, so daß das Produkt des Oberflächenwiderstands der dielektrischen Schicht und der Teilungslinienbreite D so gewählt wird, daß sein Wert das Dreifache oder Mehrfache, vorzugsweise das Zehnfache oder Mehrfache, des Wertes von $((B + D) \times 377) \Omega \text{cm}$ wird. Bei der zweiten Ausführungsform der Erfindung wird vorzugsweise ZnO , SnO_2 , ITO , usw. in der durchlässigen dielektrischen Schicht eingesetzt, um Wetterbeständigkeit zu gewährleisten.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auch auf einen wärmereflektierenden und für elektrische Strahlung durchlässigen Schichtüberzug, der die wärmereflektierende und für elektrische Strahlung durchlässige Beschichtung entsprechend der Erfindung enthält, sowie eine zweite isolierende und durchlässige Schicht, die miteinander durch ein organisches Harz als Bindemittel derart verbunden sind, daß die durchlässige leitende Schicht innen angeordnet ist.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich entsprechend einem weiteren Aspekt auf einen Prozeß zum Herstellen einer für elektrische Strahlung durchlässigen wärmereflektierenden Beschichtung mit einem isolierenden durchlässigen Substrat, auf dem eine durchlässige leitende Schicht aufgebracht ist, die in Form von Streifen oder wie ein Gitter in eine Vielzahl von Abschnitten durch Bereiche mit hohem Widerstand unterteilt ist, gemäß dessen eine erste durchlässige dielektrische Schicht, eine Metallschicht, die mindestens eines der Elemente Ag, Au, Cu und Al enthält, und eine zweite durchlässige dielektrische Schicht in dieser Reihenfolge auf dem isolierenden durchlässigen Substrat gebildet werden, und anschließend die Metallschicht mit einem Laserlicht bestrahlt wird, das in vorbestimmter Weise fokussiert wird und durch die zweite durchlässige dielektrische Schicht hindurchtritt, so daß sich die Metallschicht erwärmt und ausflockt, wobei feine Partikel zum Bilden eines Bereichs mit hohem Widerstand entstehen.

Entsprechend einem dritten Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen einer wärmereflektierenden und für elektrische Strahlung durchlässigen Beschichtung geschaffen, wobei der Überzug mit einer durchlässigen leitenden Schicht beschichtet ist und die Schicht aus Abschnitten auf einem isolierenden transparenten Substrat besteht, die durch Bereiche mit hohem Widerstand getrennt sind, und das Verfahren folgende Schritte enthält: Bilden einer ersten durchlässigen dielektrischen Schicht, einer Metallschicht, die im wesentlichen aus einem Element besteht, das aus der von Ag, Au, Cu und Al gebildeten Metallgruppe ausgewählt ist; und nachfolgend Bilden einer zweiten durchlässigen dielektrischen Schicht auf dem isolierenden durchlässigen Substrat; Bestrahlen mit einem Laserstrahl, der entsprechend einer in Abhängigkeit von der zweiten durchlässigen dielektrischen Schicht vorgegebenen Form fokussiert ist, damit die Metallschicht erhitzt wird und in Form von kleinen Partikeln ausflockt, so daß die Bereiche mit hohem Widerstand gebildet werden.

Entsprechend dem dritten Aspekt der Erfindung wird die Tatsache berücksichtigt, daß das bevorzugte Material der leitenden Schicht eine aus einem der Elemente Ag, Au, Cu und Al gebildete Metallschicht ist, oder eine Legierungsschicht, die im wesentlichen aus Ag, Au, Cu und Al besteht; die Tatsache, daß bei einem Erwärmen des Materials leicht ein Wandern und eine Anordnung kleiner Partikel auftritt, wird im Rahmen des Verfahrens zum Bilden der Teilungsfläche mit hohem Widerstand benutzt. Ein Laserstrahl wird als enger Strahl fokussiert und auf die leitende Schicht gerichtet, und der Strahl wird auf der normalerweise auf der Oberschicht gebildeten Schutzschicht absorbiert und der umliegende Bereich desjenigen Punktes, an dem der Strahl anliegt, wird erwärmt, wodurch ein Anhäufen in der leitenden Schicht entlang der durch den Laserstrahl vorgegebenen Strecke auftritt. Ein derartiger Anhäufungsabschnitt kleiner Partikel weist einen extrem hohen Widerstandswert auf, so daß er für die im Rahmen der Erfindung erforderlichen Unterteilung benutzt werden kann. Entsprechend dem Verfahren wird die Schicht nur in geringem Maße zerstört, so daß sich das Verfahren insbesondere zum Gewährleisten der Durchsicht und des Erscheinungsbildes eignet.

Vorzugsweise eignet sich das Verfahren zum Bilden des Teilungsabschnitts mit hohem Widerstand exzellent für die Massenherstellung bei niedrigen Kosten. Im Namen der Erfindung wird der Tatsache Rechnung getragen, daß die leitende Schicht im allgemeinen eine viel geringere Härte als Glas aufweist, und das Verfahren gemäß dem eine Last auf harte Nadeln wirkt und gemäß dem die leitende Schicht zum Entfernen der Schicht abgerieben wird, wird vorzugsweise als Verfahren eingesetzt, mit dem sich eine geringe Teilungsbreite und ein Teilungswiderstand bei dem Teilungsabschnitt entsprechend der Größe erzielen läßt, wie sie für die oben beschriebene Erfindung erforderlich ist.

Entsprechend der Erfindung wird die leitende Schicht mit einer Wärme reflektierenden Eigenschaften in ein Gitter oder in Streifenabschnitte unterteilt, die jeweils eine Größe aufweisen, die im ausreichenden Maße kleiner als die Wellenlänge der eintretenden elektrischen Strahlung ist, wobei die Unterteilung durch lineare Abschnitte mit hohem Widerstand erfolgt. Beträgt die Linienbreite jedes Teilungsabschnitts mit hohem Widerstand D Zentimeter, so ist der elektrische Widerstand R_D in Richtung der Linienbreite pro Einheitslänge das Dreifache oder mehr des gemäß $((B + D) \times 377 \Omega \text{cm})$ berechneten Wertes, und die Linienbreite D des Teilungsabschnitts beträgt das Zwanzigfache oder mehr der Dicke der leitenden Schicht. Demnach wird der durch die eintretende elektrische Strahlung induzierte Strom durch die Teilungsabschnitte blockiert, und das durch in dem Trennungsabschnitt angehäufte Ladungen erzeugte entgegengerichtete elektrische Feld begrenzt die Größe des fließen-

den Stroms. Der große elektrische Widerstandswert des Trennungsabschnitts bewirkt eine Begrenzung des Leckstroms. Demnach geht die Größe des durch die eintretende elektrische Strahlung induzierten Stroms im Vergleich zu dem bei nicht unterteilter leitender Schicht fließenden Strom herabgesetzt, und im Ergebnis wird die Reflexion elektrischer Strahlung unterdrückt, was eine hohe elektrische Strahlungsübertragung ermöglicht.

Entsprechend der Erfindung wird die Linienbreite des Teilungsabschnitts mit hohem Widerstand zu 0,04 cm oder weniger gewählt, während der Widerstandswert in Richtung der Linienbreite die oben angegebenen Bedingungen erfüllt. Demnach wird bei einem Anwenden der Beschichtung bei der Windschutzscheibe eines Fahrzeugs die Sichtmöglichkeit des Fahrers nicht beeinträchtigt, und Auswirkungen auf das Erscheinungsbild treten nicht auf.

Die vorliegende Erfindung wird nun unter Bezug auf die Beispiele und Vergleichsbeispiele detaillierter beschrieben, wobei die vorliegende Erfindung nicht auf diese Beispiele beschränkt ist.

Beispiel 1

Eine Bedampfungsmaske wird dadurch erzeugt, daß in einer dünnen rostfreien Stahlplatte mit einer Dicke von 0,2 mm quadratische Öffnungen mit jeweils einer Seitenlänge von 1 cm eingearbeitet werden, wobei die benachbarten Öffnungen 0,5 mm voneinander beabstandet sind. Natron-Kalk-Silikat-Glas mit einer Dicke von 1 mm und einer Seitenlänge von 10 cm wurde auf der Maske angeordnet und einem Vakuum in einer Bedampfungsanlage ausgesetzt. Die Evakuierung erfolgte auf einen Druck von 5×10^{-4} Pa oder weniger und anschließend wurden ITO-(isolierendes Zinnoxid), Ag- und ITO-Schichten in dieser Reihenfolge, ausgehend von der Seite des Glassubstrats, durch ein Elektronenstrahl-Bedampfungsverfahren gebildet. Das Vakuum-Bedampfungs-System wurde so kontrolliert, daß die Dicken der Schichten aus ITO, Ag und ITO jeweils auf einen Wert von 40 nm (4×10^{-6} cm), 15 nm und 40 nm eingestellt wurden.

Auf dem so hergestellten Glassubstrat wurden dünne transparente rechteckige bzw. quadratische Abschnitte mit einer Seitenlänge von 1 cm und einem Abstand von 0,5 mm angeordnet. Bei einem Messen des elektrischen Widerstands zwischen benachbarten Abschnitten zeigte sich, daß dieser die Meßgrenze überstieg ($R_D > 2 \text{ M}\Omega$). Der Oberflächenwiderstand R_{MS} der Schicht betrug ungefähr $5 \Omega/\text{Abschnitt}$ ($5 \Omega/\text{square}$).

Die Fig. 4 zeigt ein Meßbeispiel des spektralen Übertragungsfaktors der Schicht. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, weist die Schicht einen hohen Übertragungsfaktor von ungefähr 80% im Bereich sichtbarer Strahlung auf, sowie einen niedrigen Übertragungsfaktor von 20 oder 30% oder weniger für infrarote Strahlung einer Wellenlänge von 1 μm oder mehr; die Schicht gewährleistet eine exzellente Wärmereflexionseigenschaft sowie einen hohen Übertragungsfaktor für sichtbare Strahlung.

Anschließend wurde die Übertragungseigenschaft der Probe für elektrische Strahlung gemessen. Zum Vergleich wurde dieselbe Messung für Glas derselben Größe ohne Schichten durchgeführt, sowie für Glas derselben Größe, bei dem die ITO-, Ag- und ITO-Schichten ohne Unterteilung gebildet wurden. Die Fig. 5 zeigt die Meßergebnisse. Es wurde festgestellt, daß das Glas mit einer leitenden unterteilten Schicht eine elektrische Strahlungsübertragung zeigt, die im wesentlichen mit derjenigen des nicht beschichteten Glases übereinstimmt.

Die Vorgehensweise bei der Auswertung und die hierbei erzielten Ergebnisse sind in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1

| | Leitende Schicht Schichtaufbau | Dicke A (nm) | Oberflächen- widerstand R_{MS} Ohm-Abschnitt (Ω -Square) | Breite (cm) |
|-------------------|---|-----------------|---|----------------|
| Beispiel 1 | G/ITO/Ag/ITO | 15 | 5 | 1 |
| Vergl.-Beispiel 1 | G/ITO/Ag/ITO | 15 | 5 | 1 |
| Beispiel 2 | G/ZnO/Ag/ZnO | 15 | 5 | 1 |
| Beispiel 3 | G/SnO ₂ /Ag/SnO ₂ | 15 | 5 | 1 |
| Vergl.-Beispiel 2 | G/ITO/Ag/ITO | 15 | 5 | 1 |
| Beispiel 4 | G/ZnO/Ag(Pa)ZnO | 15 | 150 | 1 |
| Beispiel 5 | G/ZnO/Ag/ZnO | 15 | 5 | 0,01 |
| Vergl.-Beispiel 3 | G/Ag | 15 | — | $< 10^{-6}$ |
| Beispiel 6 | G/ZnO/Ag/ZnO | 15 | 5 | 1 |
| Beispiel 7 | G/ZnO/Ag/ZnO | 15 | 5 | 1 |

Tabelle 1 (Fortsetzung)

| | | Abschnitt mit hohem Widerstand | Querwiderstand R_D | Oberflächen- widerstand R_{DS} | Querwiderstand R_D |
|----|-------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 5 | | Breite D (cm) | (Ω cm) | Ohm/Abschnitt (Ohm/Square) | Referenzwert |
| 10 | Beispiel 1 | 0,04 | > 2 M | > 40 M | 1,188 |
| | Vergl.-Beispiel 1 | 0,04 | 500 | 10 k | 1,188 |
| | Beispiel 2 | 0,02 | > 2 M | > 100 M | 1,154 |
| | Beispiel 3 | 0,002 | > 2 M | > 1,000 M | 1,133 |
| | Vergl.-Beispiel 2 | 0,02 | 100 | 2,000 | 1,154 |
| 15 | Beispiel 4 | 0,02 | > 2 M | > 100 M | 1,154 |
| | Beispiel 5 | 0,001 | — | — | 12,4 |
| | Vergl.-Beispiel 3 | < 10 ⁻⁶ | — | — | — |
| | Beispiel 6 | 0,002 | > 2 M | > 1,000 M | 1,133 |
| | Beispiel 7 | 0,01 | > 2 M | > 200 M | 1,142 |

Tabelle 1 (Fortsetzung)

| | Eigenschaften des durchlässigen Überzugs Eigenschaften im Hinblick auf Wärmereflexion und Lichtdurchlaß | Übertragene Eigenschaften für elektrische Strahlung | Erscheinungsbild Erkennbarkeit der Teilbereiche | |
|----|---|---|---|---|
| 25 | | | | |
| 30 | Beispiel 1 | A | B | C |
| | Vergl.-Beispiel 1 | A | B | B |
| | Beispiel 2 | A | B | B |
| | Beispiel 3 | A | B | A |
| | Vergl.-Beispiel 2 | A | D | C |
| | Beispiel 4 | B | B | C |
| 35 | Beispiel 5 | B | B | B |
| | Vergl.-Beispiel 3 | D | B | B |
| | Beispiel 6 | A | B | A |
| | Beispiel 7 | A | B | A |

Hinweis:
 * $3 \times 377 \times (B + D)$
 ** A: hervorragend
 B: gut
 C: brauchbar
 D: schlecht

Vergleichsbeispiel 1

Mit derselben Bedampfungsmaske wie im Beispiel 1 wurden ITO-, Ag- und ITO-Schichten auf einem Natron-Kalk-Silikat-Glas 1 mit einer Dicke von 1 mm und einer quadratischen Form mit 10 cm Kantenlänge unter Gebrauch eines Inline-Sputter-Systems gebildet. Das Inline-Sputter-System wurde so gesteuert, daß die ITO-, die Ag- und die ITO-Schicht jeweils mit einer Dicke von 40 nm, 15 nm und 40 nm entsprechend dem Beispiel 1 gebildet wurden.

Auf dem derart gebildeten Glassubstrat wurden dünne und durchlässige quadratische Schichten mit einer Seitenlänge von 1 cm unter einem Abstand von 0,5 mm gebildet, jedoch blieben die Teilungsabschnitte im Vergleich zu denjenigen aus Beispiel 1 unbestimmt. Der elektrische Widerstand zwischen benachbarten Schichten wurde mit ungefähr 0,5 k Ω gemessen. Der Oberflächenwiderstand der Schicht war ungefähr 5 Ω /Abschnitt (5 Ω /square). Der spektrale Übertragungsfaktor der Probe ist in Fig. 4 gezeigt. Die Schicht zeigt ein hervorragendes Wärmereflexionsverhalten während gleichzeitig ein hoher Übertragungsfaktor für sichtbare Strahlung erhalten wird.

Anschließend wurde die elektrische Strahlungsübertragungseigenschaft der Probe gemessen. Das Ergebnis ist in Fig. 5 gezeigt. Es sei angenommen, daß der Oberflächenwiderstand des Teilungsabschnitts höchstens ungefähr 10 k Ω /Abschnitt (10 k Ω /square) beträgt; es zeigt sich, daß sich die Übertragungseigenschaft für elektrische Strahlung aufgrund der niedrigen Abschnittsbreite verringert.

Beispiel 2

In einem Inline-Sputter-System wurden ZnO-, Ag- und ZnO-Schichten in dieser Reihenfolge, ausgehend von

der Glasseite eines quadratischen Glassubstrats mit einer Seitenlänge von 30 cm, gebildet. Das Inline-Sputter-System wurde so gesteuert, daß die Dicken der ZnO-, der Ag- und der ZnO-Schicht jeweils 40 nm, 15 nm und 40 nm betrug. Eine Stahlnadel wurde zum Einritzen eines Gitters auf der Schichtfläche der Probe zum Erzielen einer Unterteilung in Quadrate mit einer Seitenlänge von ungefähr 1 cm eingesetzt. Bei der Untersuchung der getrennten Abschnitte unter einem optischen Mikroskop zeigte sich, daß die Schichten durch eine Linie einer Breite von etwas unter 200 µm Breite abgetrennt wurden. Der elektrische Widerstand zwischen den benachbarten Abschnitten der unterteilten leitenden Schicht betrug mehr als 2 MΩ, war also größer als der Grenzwert des Meßinstruments. Die unterteilte Probe zeigte einen hohen Übertragungsfaktor für sichtbare Strahlung und eine gute Wärmereflexionseigenschaft. Bei dem Messen der elektrischen Strahlungsübertragung der Probe zeigte sich, daß die Probe eine elektrische Strahlungsübertragung aufweist, die derjenigen von Glas mit fast keiner Beschichtung entspricht.

Beispiel 3

Wie im Beispiel 2 wurden in einem Inline-Sputter-System SnO₂-, Ag- und SnO₂-Schichten auf einem Glassubstrat gebildet. Das Inline-Sputter-System wurde so gesteuert, daß die Dicken der SnO₂-, der Ag- und der SnO₂-Schicht jeweils 40 nm, 15 nm und 40 nm betrug. Eine Mehrfachnadel-Ritzvorrichtung mit einer Anordnung von 20 Karbid-Stahlnadeln wurde vorbereitet (mit einem spitzen Krümmungsradius von ungefähr 50 µm und einer flachen Spitzenbreite von 15 µm). Die Nadeln wirkten gleichzeitig auf das Substrat ein, auf dem die SnO₂-, Ag- und SnO₂-Schicht gebildet wurde, und eine Nadel wurde mit einer Last von ungefähr 50 g zum Ritzten der Fläche unter Bildung einer Nut beaufschlagt, wodurch sich eine Unterteilung der leitenden Schicht in ein Gitter aus Quadraten mit einer Seitenlänge von beispielsweise 1 cm ergab. Die Beobachtung unter einem optischen Mikroskop zeigte, daß eine Nut von ungefähr 20 µm gebildet wurde. Auch in diesem Fall überstieg der elektrische Widerstand zwischen benachbarten Abschnitten der unterteilten leitenden Schicht 2 MΩ, also den Grenzwert des Meßinstruments. Die Probe wies eine mit Glas vergleichbare elektrische Strahlungsübertragung auf und zeigte einen hohen Strahlungsfaktor für sichtbare Strahlung und eine gute Wärmereflexionseigenschaft.

Demnach ist das Verfahren, gemäß dessen Karbidnadeln unter Druck gesetzt werden, diese auf die leitende Schicht gedrückt und dabei bewegt werden, um einen Teil der leitenden Schicht zu entfernen, ein Verfahren, mit dem sich eine feine Unterteilung erzielen läßt und das im Hinblick auf die Produktivität exzellente Eigenschaften zeigt.

Vergleichsbeispiel 2

Glas-, ITO-, Ag- und ITO-Schichten wurden durch ein Inline-Sputter-System gebildet. Das Inline-Sputter-System wurde so gesteuert, daß die Filmdicken jeweils 40 nm, 15 nm und 40 nm betrugen. Wie in Beispiel 2 wurde eine Stahlnadel zum Einritzen eines Gitters auf der Filmfläche der Probe benutzt, so daß eine Unterteilung in Quadrate einer Seitenlänge von ungefähr 1 cm entstand. Der elektrische Widerstand zwischen benachbarten Abschnitten der unterteilten leitenden Schicht betrug ungefähr 100 Ω oder weniger. Beim Messen der elektrischen Strahlungsübertragung der Schicht zeigte sich, daß die Schicht lediglich ein Übertragungsvermögen von 1/100 (-20 dB) oder weniger, bezogen auf Glas ohne Beschichtung, aufweist. Da sich ITO als dielektrische Schicht unmittelbar auf der Glasfläche nicht durch das Ritzten entfernen läßt und sein Oberflächenwiderstand niedrig ist, kann der elektrische Widerstand des Teilungsabschnitts nicht ausreichend groß bemessen werden und elektrische Strahlung wird reflektiert. Auf der anderen Seite weisen die dielektrische ZnO-Schicht aus Beispiel 2 und die dielektrische SnO₂-Schicht aus Beispiel 3 Oberflächenwiderstände auf, die erheblich größer als derjenige von ITO ist, so daß selbst dann, wenn nach dem Ritzten ein unterer dielektrischer Stoff zurückbleibt, der elektrische Widerstand des Teilungsabschnitts ausreichend groß wird und elektrische Strahlung hindurchtreten kann.

Beispiel 4

Zum Legieren auf ein Sputtertarget aus Ag wurden dünne Linien aus Zinn (Sn) angeordnet und ZnO, Ag- (Sn) und ZnO-Schichten wurden in dieser Reihenfolge mit einem Inline-Sputter-System gebildet, und zwar auf der Glasseite eines quadratischen Glassubstrats mit einer Seitenlänge von 30 cm. Das Inline-Sputter-System wurde so gesteuert, daß die Dicke der ZnO-, der Ag- und der ZnO-Schicht jeweils 40 nm, 15 nm und 40 nm betrug. Eine Stahlnadel wurde benutzt, um ein Gitter auf der Filmfläche der Probe zum Unterteilen in Quadrate mit einer Seitenlänge von 1 cm zu erzielen. Bei einer Betrachtung der Teilungsabschnitte unter einem optischen Mikroskop zeigte sich, daß die Schicht linienartig mit einer Breite von etwas unter 200 µm aufgetragen wurde. Der elektrische Widerstand zwischen den benachbarten Abschnitten der unterteilten leitenden Schicht war größer als 2 MΩ, also größer als der Grenzwert des Meßinstruments. Beim Messen der Übertragung der elektrischen Strahlung der Probe zeigte die Probe eine elektrische Strahlungsübertragung, die derjenigen von Glas mit nahezu keiner Schicht entspricht. Der Oberflächenwiderstand der Legierungsschicht Ag (Sn) betrug ungefähr 100 Ω/Abschnitt (100 Ω/Square), was ungefähr dem 20fachen Oberflächenwiderstand einer einzigen Ag-Schicht entspricht. Die unterteilte Probe wies im Vergleich zu einer einzigen Ag-Schicht einen herabgesetzten Übertragungsfaktor für sichtbare Strahlung und einen um 20% erhöhten Wärmeübertragungsfaktor auf. Jedoch verbessert sich die Stabilität der Schicht selbst und für die Praxis ist die Wärmereflexionseigenschaft ausreichend.

Beispiel 5

Eine wie im Beispiel 2 aus einer ZnO-, einer Ag- und einer ZnO-Schicht gebildete Schicht einer Probe wurde mit Hilfe eines lithographischen Verfahrens unterteilt (Anheben). Jeder Abschnitt der unterteilten leitenden Schicht war ein Quadrat mit einer Seitenlänge von 100 μm (100 cm) und die Breite der Trennungslinie betrug ungefähr 10 μm . Beim Messen des spektralen Übertragungsfaktors der Probe zeigte sich, daß im Vergleich zu einer nicht unterteilten Schicht, der Übertragungsfaktor in der Nähe des infraroten Bereichs um ungefähr 10% zunimmt, aber die Probe im Vergleich zu der nicht unterteilten Schicht ähnliche Eigenschaften aufweist. Die Übertragung der elektrischen Strahlung der Probe war zu derjenigen von Glas mit nahezu keiner Schicht äquivalent.

Vergleichsbeispiel 3

Eine Ag-Schicht mit einer Dicke von 15 nm wurde durch ein Inline-Sputtersystem direkt auf einem Glassubstrat gebildet. Die Spektralübertragungseigenschaften der Schicht wurden gemessen, nachdem sie an die frische Luft gebracht wurde und dieser über eine bestimmte Zeit ausgesetzt war. Die Probe wies einen hohen Übertragungsfaktor von 80% oder mehr nicht nur im sichtbaren Bereich auf, sondern auch in der Nähe des infraroten Bereichs mit einer Wellenlänge von 1 μm oder mehr. Bei Untersuchung der Probe unter einem Elektronenmikroskop zeigte sich eine Trennung der Ag-Schicht in feine Partikel mit einem Durchmesser von mehreren 10 nm. Ist die leitende Schicht derart in feine Partikel aufgelöst, so geht die Wärmereflexionseigenschaft der Schicht verloren.

Beispiel 6

Durch ein Inline-Sputtersystem wurde eine ZnO-, eine Ag- und eine ZnO-Schicht in dieser Reihenfolge, ausgehend von der Glasseite, auf einem quadratischen Glassubstrat mit einer Seitenlänge von 30 cm gebildet. Das Inline-Sputtersystem wurde so gesteuert, daß die Dicke der ZnO-, der Ag- und der ZnO-Schicht jeweils 40 nm, 15 nm und 40 nm betrug. Eine Mehrfachnadel-Ritzvorrichtung mit einer Anordnung von 20 Karbidstahlnadeln wurde vorbereitet (mit einem spitzen Krümmungsradius von ungefähr 50 μm und einer flachen Spitzenbreite von 15 μm). Die Nadeln wirken gleichzeitig auf das Substrat, auf dem die ZnO-, die Ag- und die ZnO-Schicht gebildet wurde, und eine Last von ungefähr 50 g wurde auf eine Nadel aufgebracht, um die Fläche unter Bildung einer Nut zum gitterförmigen Unterteilen der leitenden Schicht mit einer Seitenlänge von 1 cm zu ritzen (so wie in Beispiel 3). Das Glas wurde an einem anderen Glas mit Harz auf der Filmfläche angebracht, wobei normale Vorrichtungen zum Herstellen von Schichtglas bei Fahrzeugwindschutzscheiben benutzt wurden. Im Ergebnis zeigte sich, daß die geritzten Linien der unterteilten Schicht im Vergleich zu der Situation vor dem Aufbringen des Glases nur mit erheblichem Aufwand zu erkennen waren. Die Wärmereflexionseigenschaft und die Übertragung von elektrischer Strahlung des Glases veränderten sich im Vergleich zu der Situation vor dem Anbringen des Glases nur wenig.

Beispiel 7

Durch ein Inline-Sputtersystem wurde eine ZnO-, eine Ag- und eine ZnO-Schicht in dieser Folge, ausgehend von der Glasseite eines quadratischen Glassubstrats mit einer Seitenlänge von 10 cm gebildet. Das Inline-Sputtersystem wurde so gesteuert, daß die Dicke der ZnO-, der Ag- und der ZnO-Schicht jeweils 40 nm, 15 nm und 40 nm betrug.

Ein He-Ne-Laserstrahl mit einer Leistung von 30 mW wurde so eingesetzt, daß er auf die Schichtfläche des Glases fokussiert war, und das Glas wurde so bewegt, daß die Fokusposition immer die Glasfläche erreichte. Diese Vorgehensweise wurde so wiederholt, daß die Strahleinwirkpositionen ein Gitter mit einem Abstand von 1 cm bildeten. Bei einem Beobachten der Strahleinwirkpositionen nach dem Abschluß der Arbeit zeigte sich, daß diese im Vergleich zu Abschnitten, auf die kein Strahl einwirkte, leicht gefärbt waren. Die Linienbreite der gefärbten Bereiche betrug ungefähr 100 μm . Bei Beobachtung einer anderen Probe in einem Elektronenmikroskop, auf der Laserstrahl unter denselben Bedingungen angewandt wurde, zeigte sich eine große Zahl feiner Partikel, die sich anscheinend aus einer Kohäsion der Ag-Schicht ergab, in dem Abschnitt, in dem der Laserstrahl angewandt wurde.

Die Wärmeübertragungseigenschaft und die Übertragung elektrischer Strahlung der durch dieses Verfahren unterteilten Probe entsprach der bei Beispiel 1 beschriebenen.

Wird die Erfindung für Fahrzeug-Windschutzscheiben eingesetzt, so läßt sich eine hohe Wärmereflexionseigenschaft und Übertragungsfähigkeit für elektrische Strahlung bei der Scheibe erzielen, so daß ein tragbares Telefon usw. in den Fahrzeugen benutzt werden kann, ohne daß sich eine Kältelast erhöht.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In den beiliegenden Zeichnungen zeigen:

Fig. 1(a) und 1(b) eine Draufsicht einer Ausführungsform eines für elektrische Strahlung durchlässigen und wärmereflektierenden Überzugs gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2(a) und 2(b) jeweils Kurvenverläufe zum Darstellen der Beziehung zwischen dem elektrischen Widerstand R_D des Trennungsabschnitts und der Abschnittsbreite B, sowie einen Übertragungsfaktor für elektrische Strahlung und einen Reflexionsfaktor, wie man ihn aus theoretischen Beziehungen erhält;

Fig. 3(a) und 3(b) jeweils Darstellungen zum Erklären eines unterteilten Schichtmodells, wie es zum Herleiten der bei der Erfindung benutzten theoretischen Beziehungen eingesetzt wurde;

Fig. 4 einen Kurvenverlauf eines Spektralübertragungsfaktors einer Probe, wie er bei der Ausführungsform 1 der Erfindung erhalten wurde; und

Fig. 5 eine Darstellung zum Verdeutlichen des Verlaufs der Übertragung der elektrischen Strahlung, wie er sich bei der Probe aus dem Beispiel 1 und dem Vergleichsbeispiel 1 ergibt.

In der Figur bezeichnet das Bezugszeichen 1 eine für elektrische Strahlung durchlässige, wärmereflektierende Beschichtung, 2 eine durchlässige leitende Schicht, 3 einen Bereich mit hohem Widerstand und 4 ein transparentes Substrat.

Patentansprüche

1. Für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung, enthaltend:
ein isolierendes durchlässiges Substrat (4), auf das eine leitende Schicht (2) aufgebracht ist, die in eine Vielzahl von Streifenabschnitten unterteilt ist, wobei jeder Streifenabschnitt die Form eines ähnlichen Streifens aufweist und wobei die für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,04 \geq D \geq 20A$$

$$R_D \geq 1131 (B + D)$$

$$B \geq 0,05$$

und wobei A die Dicke der leitenden Schicht in Zentimeter darstellt; B die Breite des Streifenabschnitts der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt, die kleiner ist als ein Zehntel der Wellenlänge einer elektrischen Strahlung, die auf der für elektrische Strahlung durchlässigen wärmereflektierenden Beschichtung auftritt; D die Breite eines Bereichs mit hohem Widerstand in Zentimeter darstellt, die durch die Streifenabschnitte der leitenden Schicht abgetrennt ist, und R_D den elektrischen Widerstand darstellt, der zwischen zwei Streifenabschnitten der leitenden Schicht, die den Bereich mit hohem Widerstand umfassen, besteht und der dadurch gemessen wird, daß zwei Längsabschnitte der leitenden Schicht mit jeweils einer Länge von 1 cm als einander gegenüberliegende Elektroden benützt werden.

2. Für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Streifenabschnitte der leitenden Schicht ferner in einer seitlichen Richtung in eine Vielzahl von Gitterabschnitten unterteilt ist, die jeweils die Form einer Insel aufweisen, wobei die für elektrische Strahlung durchlässige und wärmereflektierende Beschichtung die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,04 \geq D' \geq 20A$$

$$R_D \geq 1131 (B' + D')$$

$$B' \geq 0,05$$

und wobei A die Dicke der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt; B' die Länge des Gitterabschnitts der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt, die kleiner ist als ein Zehntel der Wellenlänge der elektrischen Strahlung, die bei der für elektrische Strahlung durchlässigen und wärmereflektierenden Beschichtung auftritt; D' die Länge eines Bereichs mit hohem Widerstand in Zentimetern darstellt, wobei der Bereich durch die Gitterabschnitte der leitenden Schicht abgetrennt wird; und (R_D) den elektrischen Widerstand zwischen zwei Gitterabschnitten der leitenden Schicht darstellt, wobei die Gitterabschnitte den Bereich mit hohem Widerstand umfassen und der Widerstand dadurch gemessen wird, daß zwei benachbarte Abschnitte der leitenden Schicht jeweils über eine Länge von 1 cm als einander gegenüberliegende Elektroden benützt werden.

3. Für elektrische Strahlung durchlässige wärmereflektierende Beschichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das isolierende durchlässige Substrat eine durchlässige Glasschicht enthält; die leitende Schicht eine Metallschicht enthält, die mindestens eines der Elemente Ag, Au, Cu und Al enthält und einen Oberflächenwiderstand in dem Bereich von 3 bis 200 Ω /Abschnitt (3 bis 200 Ω /square) aufweist; und

eine durchlässige dielektrische Schicht zwischen der leitenden Schicht und der durchlässigen Glasschicht vorgesehen ist sowie an einer Fläche der leitenden Schicht, die dem isolierenden Substrat gegenüberliegt.

4. Für elektrische Strahlung durchlässige wärmereflektierende Beschichtung, enthaltend:

ein isolierendes durchlässiges Substrat,

eine erste durchlässige dielektrische Schicht, mit der das Substrat beschichtet ist,

eine in eine Vielzahl von Abschnitten unterteilte leitende Schicht mit einem Streifenmuster oder einem Gittermuster, mit der die erste durchlässige dielektrische Schicht beschichtet ist, und

eine zweite durchlässige dielektrische Schicht, die zumindest auf der unterteilten leitenden Schicht aufgebracht ist, wobei die für elektrische Strahlung durchlässige wärmereflektierende Beschichtung die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$0,04 \geq D \geq 20A$$

$$R_{DS} \geq 2 \times 10^5$$

$$200 \geq R_{MS} \geq 3$$

$$3 \geq B \geq 0,05$$

und wobei A die Dicke der leitenden Schicht in Zentimetern darstellt; B die Breite des Streifen- oder Gitterabschnitts der leitenden Schicht in Zentimeter darstellt, die kleiner ist als ein Zehntel der Wellenlänge einer elektrischen Strahlung ist, die an der für elektrische Strahlung durchlässigen wärmereflektierenden Beschichtung auftritt; D die Breite eines Bereichs mit hohem Widerstand in Zentimetern darstellt, wobei

der Bereich von den Streifen- oder Gitterabschnitten der leitenden Schicht geteilt wird; (R_{MS}) den Oberflächenwiderstand der leitenden Schicht in (Ω /Abschnitt (ohm per square) darstellt; und (R_{BS}) den Oberflächenwiderstand der ersten und zweiten dielektrischen Schicht in (Ω /Abschnitt (ohm per square) darstellt.

5 5. Für elektrische Strahlung durchlässige wärmereflektierende Beschichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die für elektrische Strahlung durchlässige wärmereflektierende Beschichtung die folgenden Bedingungen erfüllt:

$$D \leq 0,03$$

$$B \leq 1$$

wobei D und B dieselbe Bedeutung wie in den Ansprüchen 1 bis 4 zukommt.

10 6. Für elektrische Strahlung durchlässiger wärmereflektierender Schichtüberzug, der die für elektrische Strahlung durchlässige wärmereflektierende Beschichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5 enthält, und eine zweite isolierende durchlässige Schicht, wobei die Verbindung durch ein organisches Harz als Verbindungsmittel so erfolgt, daß die durchlässige leitende Schicht innen liegt.

15 7. Verfahren zum Herstellen einer für elektrische Strahlung durchlässigen wärmereflektierenden Beschichtung mit einem isolierenden durchlässigen Substrat, auf dem eine durchlässige leitende Schicht aufgebracht ist, die in Form von Streifen oder wie ein Gitter in eine Vielzahl von Abschnitten durch Bereiche mit hohem Widerstand unterteilt ist, gemäß dessen

eine erste durchlässige dielektrische Schicht, eine Metallschicht, die mindestens eines der Elemente Ag, Au, Cu und Al enthält, und eine zweite durchlässige dielektrische Schicht in dieser Reihenfolge auf dem isolierenden durchlässigen Substrat gebildet werden, und anschließend

20 die Metallschicht mit einem Laserlicht bestrahlt wird, das in vorbestimmter Weise fokussiert wird und durch die zweite durchlässige dielektrische Schicht hindurchtritt, so daß sich die Metallschicht erwärmt und ausflockt, wobei feine Partikel zum Bilden eines Bereichs mit hohem Widerstand entstehen.

25 Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1(a)

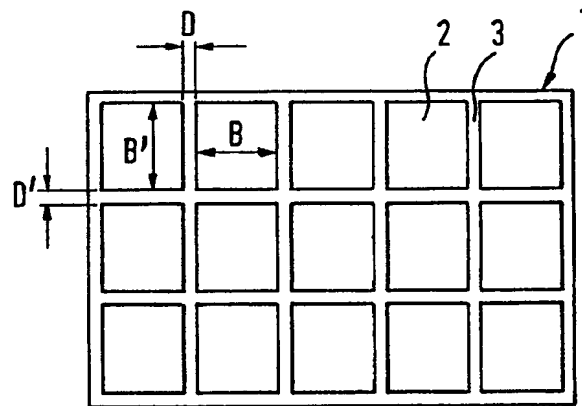


Fig.1(b)

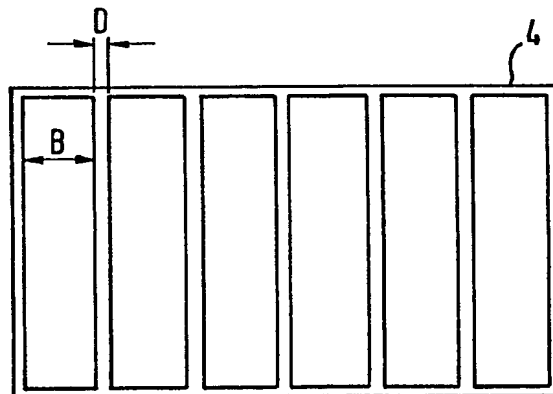
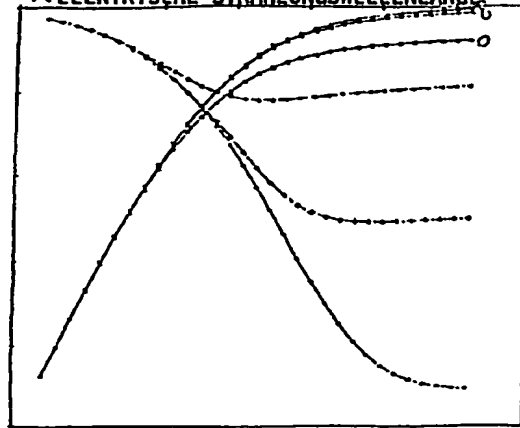


Fig.2(a) EINFLUSS DES WIDERSTANDS DES
TEILUNGSBEREICHES $B=3\text{cm}$,
 $R_M=5\Omega/\text{ABSCHNITT}$ ($5\Omega/\text{SQUARE}$)
 λ ELEKTRISCHE STRAHLUNGSWELLENLÄNGE

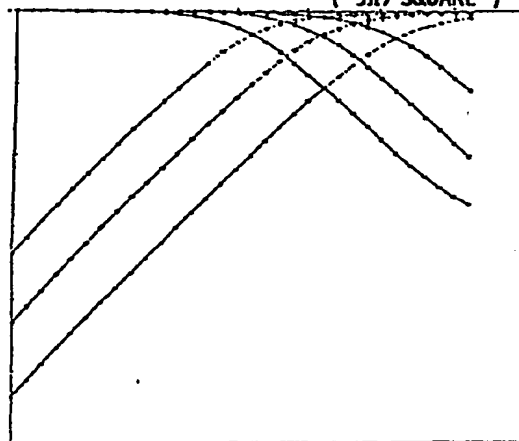


$\text{Log } 10 (R_D (\Omega \text{cm}))$

REFLEXION $\lambda = 100 \text{ cm}$
REFLEXION $\lambda = 30 \text{ cm}$
REFLEXION $\lambda = 10 \text{ cm}$

ÜBERTRAGUNG $\lambda = 100 \text{ cm}$
ÜBERTRAGUNG $\lambda = 30 \text{ cm}$
ÜBERTRAGUNG $\lambda = 10 \text{ cm}$

Fig.2(b) EINFLUSS DER GRÖÖE B DES TEILUNGSABSCHNITTS
UND DER ELEKTRISCHEN WELLENLÄNGE λ
 $R_D = 50 \text{ k}\Omega \text{cm}$, $R_M = 5\Omega/\text{ABSCHNITT}$
($5\Omega/\text{SQUARE}$)



$\text{Log } 10 (B (\text{cm}))$

REFLEXION $\lambda = 100 \text{ cm}$
REFLEXION $\lambda = 30 \text{ cm}$
REFLEXION $\lambda = 10 \text{ cm}$

ÜBERTRAGUNG $\lambda = 100 \text{ cm}$
ÜBERTRAGUNG $\lambda = 30 \text{ cm}$
ÜBERTRAGUNG $\lambda = 10 \text{ cm}$

Fig. 3(a)

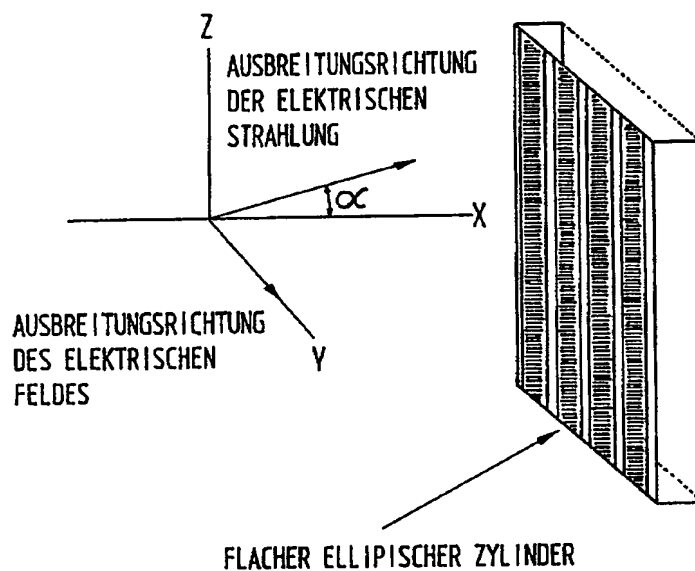


Fig. 3(b)

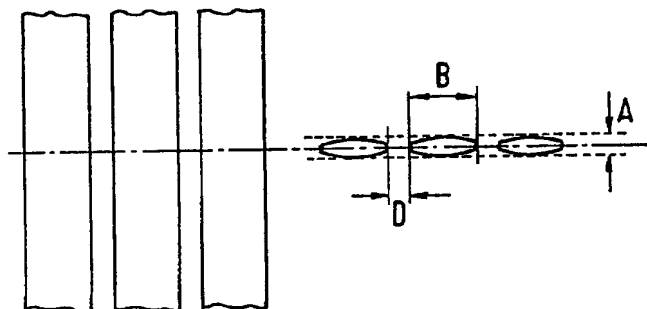


Fig. 4

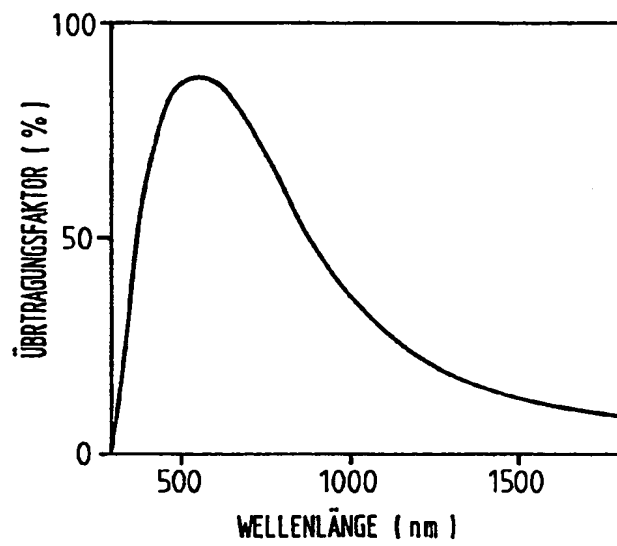
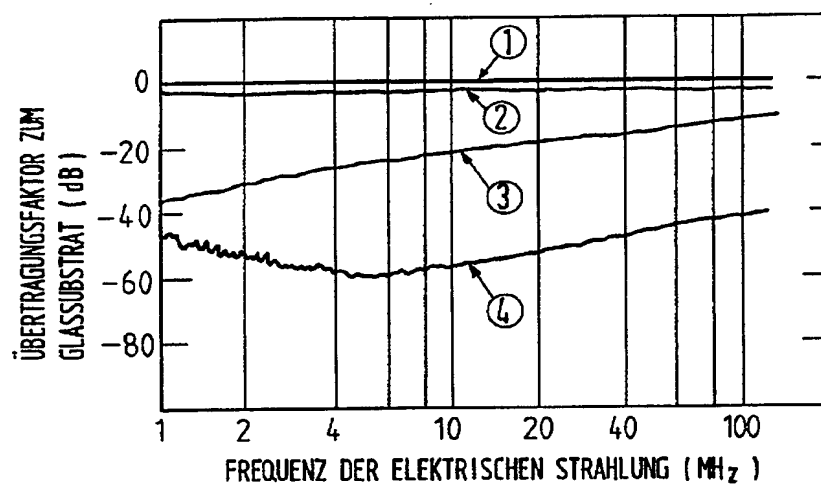


Fig. 5



- ① GLAS-SUBSTRAT
- ② UNTERTEILTE SCHICHT NACH BEISPIEL 1
- ③ UNTERTEILTE SCHICHT NACH VERGLEICHBSPIEL 1
- ④ UNGETEILTE SCHICHT NACH BEISPIEL 1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)